

Système d'aide à la régénération de moyens  
de dépollution d'un moteur de véhicule automobile.

La présente invention concerne un système d'aide à la régénération de moyens de dépollution intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un tel système dans lequel le moteur est associé à un turbocompresseur et à des moyens d'alimentation à rampe commune d'injection de carburant dans des cylindres du moteur, selon au moins une post-injection, et adaptés pour mettre en œuvre, à iso-couple, au moins deux stratégies de régénération de premier et de second niveaux, selon des paramètres de contrôle de fonctionnement du moteur différents, afin d'obtenir des niveaux thermiques différents dans la ligne d'échappement, le niveau thermique correspondant à la stratégie de second niveau étant supérieur à celui correspondant à la stratégie de premier niveau.

Lors de la régénération de moyens de dépollution, tel qu'un filtre à particules, un catalyseur d'oxydation après un empoisonnement par le soufre, un piège à NOx pour une désulfatation ou un piège à SOx, il est nécessaire d'élever fortement la température des gaz d'échappement du moteur afin d'obtenir une régénération rapide et ainsi minimiser la surconsommation de carburant associée à cette régénération.

Or, ceci nécessite d'augmenter très fortement la température dans la ligne d'échappement et par conséquent des éléments intégrés dans celle-ci.

Certaines stratégies reposent également sur l'utilisation de la conversion des hydrocarbures imbrûlés provenant de la combustion dans le moteur, par des moyens formant catalyseur, pour élever encore le niveau thermique dans la ligne d'échappement.

Cependant, des niveaux thermiques trop élevés peuvent conduire à la rupture par exemple de la portion de turbine du turbocompresseur.

Il est donc nécessaire de bien maîtriser les niveaux thermiques mis en œuvre lors de la régénération.

Le but de l'invention est donc de résoudre ces problèmes.

A cet effet, l'invention a pour objet un système d'aide à la régénération de moyens de dépollution intégrés dans une ligne d'échappement d'un moteur Diesel de véhicule automobile, dans lequel le moteur est associé à un turbocompresseur et à des moyens d'alimentation à rampe commune d'injection de carbu-

rant dans des cylindres du moteur, selon au moins une post-injection, et adaptés pour mettre en œuvre, à iso-couple, au moins deux stratégies de régénération de premier et de second niveaux, selon des paramètres de contrôle du fonctionnement du moteur différents, afin d'obtenir des niveaux thermiques différents dans la ligne d'échappement, le niveau thermique correspondant à la stratégie de second niveau étant supérieur à celui correspondant à la stratégie de premier niveau, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'acquisition du niveau thermique dans la ligne d'échappement, des moyens de comparaison de ce niveau thermique à une valeur de seuil de sécurité de la turbine du turbocompresseur, pour, en cas de dépassement de cette valeur de seuil, lors de l'application de la stratégie de second niveau, piloter les moyens d'alimentation afin de réguler progressivement au moins l'un des paramètres de contrôle du fonctionnement du moteur, de manière à réduire le niveau thermique dans la ligne d'échappement et si ce niveau thermique n'est pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil au bout d'une première période de temps prédéterminée, piloter les moyens d'alimentation pour basculer vers la stratégie de premier niveau et si ce niveau thermique dans la ligne d'échappement n'est toujours pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil de sécurité au bout d'une seconde période de temps, arrêter la stratégie de régénération.

Suivant d'autres caractéristiques :

- les moyens d'alimentation sont adaptés pour mettre en œuvre deux post-injections successives ;
- lors de la régulation, les moyens d'alimentation sont adaptés pour réduire progressivement le débit en carburant de la seconde post-injection ;
- les moyens d'alimentation sont adaptés pour réduire le débit de la seconde post-injection en utilisant un facteur correctif compris entre 0 et 1 et déterminé à partir de l'écart entre le niveau thermique acquis dans la ligne d'échappement et la valeur de seuil de sécurité ;
- le facteur correctif est déterminé par un régulateur de type PI à gain non linéaire ;
- les moyens d'acquisition du niveau thermique comprennent au moins un capteur de température ;
- la valeur de seuil de sécurité est calibrable ;
- les moyens de dépollution comprennent un filtre à particules ;

- les moyens de dépollution comprennent un piège à NOx ;
  - les moyens de dépollution comprennent un catalyseur d'oxydation ;
  - les moyens de dépollution comprennent un piège à SOx ;
  - le carburant comporte un additif destiné à se déposer avec les particules auxquelles il est mélangé, sur les moyens de dépollution pour faciliter leur régénération ; et
- 5
- le carburant comporte un additif formant piège à NOx.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

10

- la Fig.1 représente un schéma synoptique illustrant la structure d'un système d'aide à la régénération selon l'invention ; et
- la Fig.2 illustre le fonctionnement de moyens de pilotage entrant dans la constitution d'un tel système d'aide à la régénération.

15 On a en effet illustré sur la figure 1, un système d'aide à la régénération de moyens de dépollution désignés par la référence générale 1, par exemple associés à des moyens formant catalyseur d'oxydation désignés par la référence générale 2, et intégrés dans une ligne d'échappement désignée par la référence générale 3, d'un moteur Diesel 4 de véhicule automobile.

20 Les moyens formant catalyseur sont placés en amont des moyens de dépollution.

Le moteur est associé à un turbocompresseur dont la portion de turbine 5 est disposée dans la ligne d'échappement et dont la portion de compresseur 6 est disposée en amont du moteur.

25 Les moyens de dépollution peuvent par exemple comporter un filtre à particules, un piège à NOx, un catalyseur d'oxydation, un piège à SOx, etc..

On notera également que de façon classique, le carburant peut comporter un additif destiné à se déposer avec les particules auxquelles il est mélangé, sur les moyens de dépollution pour faciliter leur régénération en abaissant la température de combustion des suies piégées dans ceux-ci.

30

De façon classique, cet additif est en effet présent dans les particules après combustion du carburant additivé dans le moteur.

Un additif formant piège à NOx peut également être envisagé.

Le moteur est également associé à des moyens d'alimentation à rampe commune d'injection de carburant dans des cylindres du moteur, selon au moins une post-injection.

Ces moyens sont désignés par la référence générale 7 sur cette figure  
5 et sont associés à des moyens de pilotage désignés par la référence générale 8, pour mettre en œuvre, à iso-couple, au moins deux stratégies de régénération de premier et de second niveaux, selon des paramètres de contrôle de fonctionnement du moteur différents, afin d'obtenir des niveaux thermiques différents dans la ligne d'échappement, le niveau thermique correspondant à la stratégie de se-  
10 cond niveau étant supérieur à celui correspondant à la stratégie de premier niveau.

Ceci se fait alors en modifiant les paramètres de contrôle de fonctionnement du moteur, tels que par exemple l'air d'admission, par régulation du papillon d'admission dans le moteur, par régulation de la pression de consigne du turbocompresseur ou par régulation de la quantité de carburant injectée dans le mo-  
15 teur, par exemple lors des post-injections, de façon classique.

On sait en effet que la régénération de tels moyens de dépollution peut se faire par utilisation d'injections multiples dans les cylindres du moteur, notamment pendant leurs phases de détente.

Afin de limiter le niveau thermique dans la ligne d'échappement lors de  
20 la régénération, les moyens de pilotage mettent en œuvre en permanence un contrôle de la température dans celle-ci, pour adapter les caractéristiques des différentes injections (débit, début d'injection, etc...), afin de réduire le niveau thermique dans la ligne lorsqu'il est trop élevé.

En fait, ce système comporte des moyens d'acquisition du niveau thermique dans la ligne d'échappement, désignés par la référence générale 9 sur cette figure, des moyens de comparaison de ce niveau thermique à une valeur de seuil de sécurité de la turbine du turbocompresseur, formés par les moyens de pilotage 8, pour, en cas de dépassement de cette valeur de seuil lors de  
25 l'application de la stratégie de second niveau, désignée par la référence générale 10, piloter les moyens d'alimentation 7 afin de réguler progressivement au moins l'un des paramètres de contrôle du fonctionnement du moteur, de manière à réduire le niveau thermique dans la ligne d'échappement, et si ce niveau n'est pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil au bout d'une première période de

temps prédéterminée, piloter les moyens d'alimentation pour basculer vers la stratégie de premier niveau, désignée par la référence générale 11 et si ce niveau thermique dans la ligne d'échappement n'est toujours pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil de sécurité au bout d'une seconde période de  
5 temps prédéterminée, arrêter la stratégie de régénération.

En fait, les moyens 9 d'acquisition du niveau thermique dans la ligne d'échappement peuvent comporter un capteur de température placé dans celle-ci, par exemple à proximité de la portion de turbine du turbocompresseur.

La régulation est illustrée sur la figure 2, où l'on peut constater qu'un  
10 comparateur désigné par la référence générale 12 reçoit en entrée, la valeur de seuil de sécurité seuil-sécu. de la turbine du turbocompresseur et le niveau thermique NT dans la ligne d'échappement acquis comme décrit précédemment.

La sortie de ce comparateur 12 est raccordée à un régulateur de type PI à gain non linéaire désigné par la référence générale 13, adapté pour délivrer  
15 une information de correction à un correcteur 14 pour réduire progressivement le débit en carburant d'une seconde post-injection dans le cas où les moyens d'alimentation 7 sont adaptés pour mettre en œuvre deux post-injections successives.

On conçoit alors que dans ce cas, les moyens d'alimentation 7 sont  
20 adaptés pour réduire le débit de la seconde post-injection en utilisant un facteur correctif compris entre 0 et 1 et déterminé à partir de l'écart entre le niveau thermique dans la ligne d'échappement NT et la valeur de seuil de sécurité seuil-sécu.

Bien entendu, la valeur de seuil de sécurité peut être calibrable.

25 On conçoit alors que l'objectif de ce système est de limiter le niveau thermique dans la ligne d'échappement afin de préserver l'intégrité de la turbine du turbocompresseur.

Des pics de température excessive ne peuvent se produire que lorsque le système d'aide à la régénération fonctionne en niveau 2.

30 En comparant la température mesurée en instantané à un seuil, on détermine s'il y a dépassement d'une température critique ou non.

Ensuite, en fonction de l'écart par rapport au seuil, on modifie la stratégie d'aide à la régénération (débit et phasage des différentes injections) pour

diminuer cette température tout en restant à iso-couple, par exemple en réduisant le débit de post-injection.

Dans l'exemple décrit, la stratégie de régénération utilise des injections multiples et notamment deux post-injections. La calibration peut alors être  
5 faite pour la deuxième post-injection.

La correction sur la quantité de carburant en post-injection est réalisée tant que le niveau thermique dans la ligne d'échappement reste au-dessus du seuil de sécurité. Si malgré la réduction des quantités injectées, le niveau thermique ne redescend pas en-dessous du seuil au bout d'une première période de  
10 temps, alors on force le système à basculer sur la stratégie de niveau 1.

Si, même après avoir basculé sur cette stratégie de niveau 1, le niveau thermique reste excessif pendant une période de temps prédéterminée, alors on coupe la régénération.

Ainsi, si le niveau thermique dans la ligne NT ligne, mesuré par la  
15 température dans la ligne, dépasse un seul calibrable  $T_{max}$ , alors le débit de la post-injection n°2 est progressivement réduit en le multipliant par un facteur correctif compris entre 0 et 1,  $K_{turbine}$ , donné par un régulateur de type PI avec gain non linéaire en fonction de l'écart de température entre la valeur mesurée et la valeur de sécurité de la turbine.

Un compteur de temps  $t_{st}$  est alors déclenché. Au bout d'un temps calibrable  $t_{secuturbi}$ , le système d'aide à la régénération est forcé en niveau 1 pendant un temps minimum calibrable  $t_{niv1turb}$ . Si, au bout de ce temps  $t_{niv1turb}$ , le niveau thermique n'est toujours pas redescendu en-dessous du seuil de sécurité  $T_{max}$ , alors la régénération est stoppée.  
20

On conçoit alors qu'un tel système permet d'assurer la sécurité de  
25 fonctionnement de la turbine du turbocompresseur.

Bien entendu, d'autres modes de réalisation peuvent être envisagés.

Ainsi par exemple, les moyens de dépollution et les moyens formant catalyseur d'oxydation peuvent être intégrés dans un seul et même élément, notamment sur un même substrat.  
30

A titre d'exemple, un filtre à particules intégrant la fonction d'oxydation peut être envisagé.

De même, un piège à NOx intégrant une telle fonction d'oxydation peut également être envisagé, que celui-ci soit additif ou non.

Cette fonction d'oxydation et/ou de piège à NOx peut être remplie par exemple par un additif mélangé au carburant.

Enfin, les moyens de dépollution peuvent également comporter un catalyseur d'oxydation ou un piège à SOx.

**REVENDICATIONS**

1. Système d'aide à la régénération de moyens de dépollution (1) intégrés dans une ligne d'échappement (3) d'un moteur Diesel (4) de véhicule automobile, dans lequel le moteur est associé à un turbocompresseur (5,6) et à des  
5 moyens (7) d'alimentation à rampe commune d'injection de carburant dans des cylindres du moteur, selon au moins une post-injection, et adaptés pour mettre en œuvre, à iso-couple, au moins deux stratégies de régénération de premier et de second niveaux (10,11), selon des paramètres de contrôle du fonctionnement du  
10 moteur différents, afin d'obtenir des niveaux thermiques différents dans la ligne d'échappement, le niveau thermique correspondant à la stratégie de second niveau (10) étant supérieur à celui correspondant à la stratégie de premier niveau (11), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (9) d'acquisition du niveau thermique dans la ligne d'échappement, des moyens (8) de comparaison de ce  
15 niveau thermique à une valeur de seuil de sécurité de la turbine (5) du turbocompresseur, pour, en cas de dépassement de cette valeur de seuil, lors de l'application de la stratégie de second niveau (10), piloter les moyens d'alimentation (7) afin de réguler progressivement au moins l'un des paramètres de contrôle du fonctionnement du moteur, de manière à réduire le niveau thermique dans la ligne d'échappement (3) et si ce niveau thermique n'est pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil au bout d'une première période de temps  
20 prédéterminée, piloter les moyens d'alimentation (7) pour basculer vers la stratégie de premier niveau et si ce niveau thermique dans la ligne d'échappement n'est toujours pas redescendu en-dessous de la valeur de seuil de sécurité au bout d'une seconde période de temps, arrêter la stratégie de régénération.

25 2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'alimentation (7) sont adaptés pour mettre en œuvre deux post-injections successives.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que lors de la régulation, les moyens d'alimentation (7) sont adaptés pour réduire progressive-  
30 ment le débit en carburant de la seconde post-injection.

4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens d'alimentation (7) sont adaptés pour réduire le débit de la seconde post-injection en utilisant un facteur correctif compris entre 0 et 1 et déterminé à partir de l'écart



entre le niveau thermique acquis dans la ligne d'échappement et la valeur de seuil de sécurité.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le facteur correctif est déterminé par un régulateur de type PI à gain non linéaire (13).

5           6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'acquisition du niveau thermique comprennent au moins un capteur de température (9).

7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur de seuil de sécurité est calibrable.

10           8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de dépollution (1) comprennent un filtre à particules.

15           9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de dépollution (1) comprennent un piège à NOx.

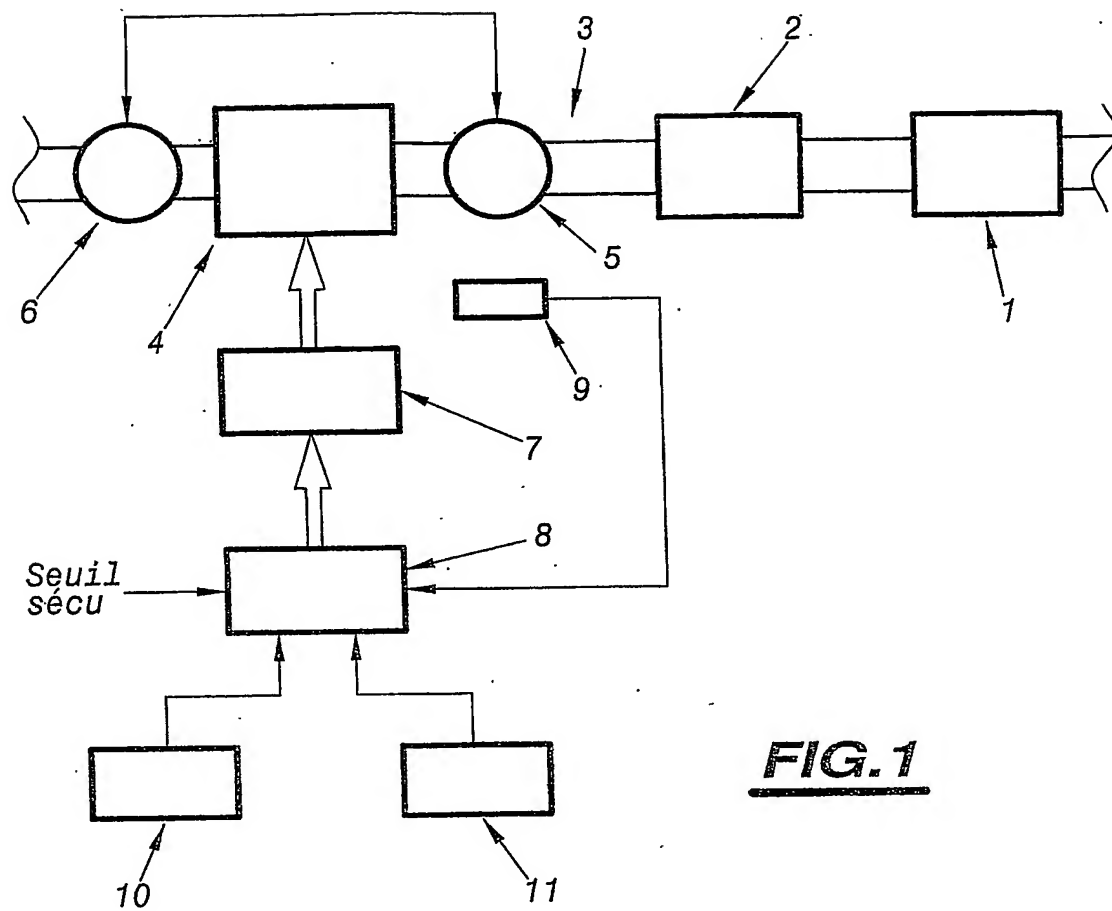
10. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de dépollution (1) comprennent un piège à SOx.

20           11. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de dépollution (1) comprennent un catalyseur d'oxydation.

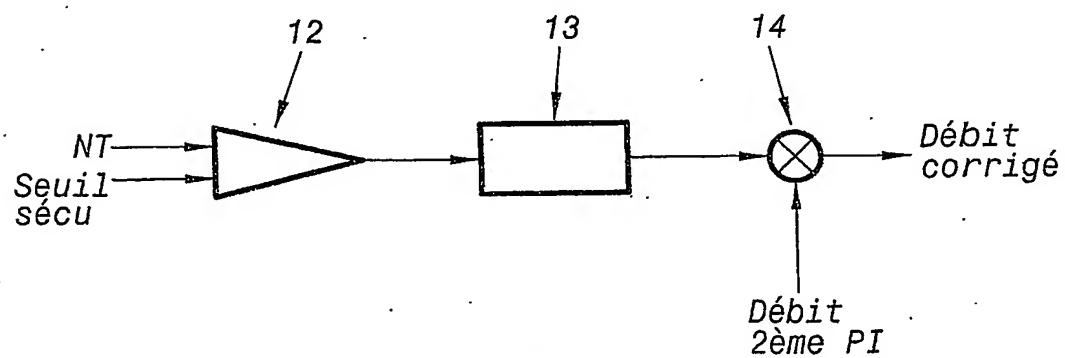
25           12. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le carburant comporte un additif destiné à déposer avec les particules auxquelles il est mélangé, sur les moyens de dépollution pour faciliter leur régénération.

13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le carburant comporte un additif formant piège à NOx.

1/1



**FIG.1**



**FIG.2**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002445

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 F02D41/02 F02D41/14 F02D41/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02D F01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/056498 A1 (CHRISTEN URS ET AL) 27 March 2003 (2003-03-27) the whole document	1-11
A	FR 2 804 168 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 27 July 2001 (2001-07-27) the whole document	1-13
A	US 5 050 376 A (HARDY JAMES A ET AL) 24 September 1991 (1991-09-24) the whole document	1
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.         </div> </div>		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*A* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">9 February 2005</div>	Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">17/02/2005</div>	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Aign, T</div>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002445

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2003056498	A1	27-03-2003	EP	1296050 A1	26-03-2003
FR 2804168	A	27-07-2001	FR	2804168 A1	27-07-2001
US 5050376	A	24-09-1991	AU	6045890 A	03-09-1991
			CA	2073767 A1	09-08-1991
			EP	0515369 A1	02-12-1992
			JP	5503974 T	24-06-1993
			WO	9112417 A1	22-08-1991

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De... de Internationale No

PCT/FR2004/002445

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 F02D41/02 F02D41/14 F02D41/40

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 F02D F01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2003/056498 A1 (CHRISTEN URS ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27) le document en entier	1-11
A	FR 2 804 168 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 27 juillet 2001 (2001-07-27) le document en entier	1-13
A	US 5 050 376 A (HARDY JAMES A ET AL) 24 septembre 1991 (1991-09-24) le document en entier	1



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Aign, T

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002445

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2003056498	A1	27-03-2003	EP	1296050 A1	26-03-2003
FR 2804168	A	27-07-2001	FR	2804168 A1	27-07-2001
US 5050376	A	24-09-1991	AU	6045890 A	03-09-1991
			CA	2073767 A1	09-08-1991
			EP	0515369 A1	02-12-1992
			JP	5503974 T	24-06-1993
			WO	9112417 A1	22-08-1991